田菁飼料化研究

（第一報）

特殊成分之檢出

鄭　謀　平

一、緒　　言

田菁爲綠肥之一，其種實中蛋白質含量頗多，唯其味苦而澁，不爲家畜所歡迎，且有强烈生理反應，往往發生嘔吐現象。本試驗爲欲明瞭其中所含特殊成分之種類，而加以探究；並行定量分析，以供飼養者之參考。計分三步驟進行，第一步先定性定量分析所含之特殊成分，第二步行消化率之測定，第三步則定量其中之主要鋛基酸 (Amino-acid) 與大豆相比較，而決定其利用價值。本文純由生物化學方面探討，並未涉及飼養學的問題，際玆本省蛋白質飼料資源缺乏之秋，此種綠肥如可供飼料之用，則今日緊迫之蛋白質飼料問題，或可稍告緩和於萬一也。

本文蒙國立臺灣大學農學院營養化學教室楊祖馨教授暨本所所長徐水泉博士懇切指正，玆敬表謝意。

二、田菁種實之組成

品　種	乾　物	蛋白質	脂　肪	纖　維	無氮浸出物	灰　分	分析者	備　註
	%	%	%	%	%	%		
田菁 Sesbania Cæsalpinieæ	87.00	39.87	0.50	9.10	35.18	2.35	Sornay	
田菁 Sesbania macrocarpa	90.80	31.70	4.30	13.50	38.00	3.30	Morrison	
田菁 Sesbania Sesban	92.15	32.56	2.89	13.58	33.95	4.17	鄭謀平	上等品
〃　〃	83.15	26.71	3.06	16.70	31.91	4.77	〃	劣等品
印度田菁 Sesbania aculeata	83.72	25.85	4.29	13.89	36.24	3.45	〃	由林產管理局送來
印度田菁莖葉 〃　〃	49.80	12.95	2.77	11.50	14.08	8.50	〃	〃

註：分析方法

1. 乾物、照一般方法。
2. 蛋白質、照 Kjeldahl 總氮定量法。
3. 脂肪、照 Soxhlet 氏法。
4. 纖維、照 Henneberg Acid-alkali Gravimetric Method.
5. 無氮浸出物、由檢體 100 中、減去 Water, Protein, Fat, Fibre, Ash 之量、其差量卽爲 Nifext.
6. 灰分、照 Single Incineration Method.

三、特殊成分之檢出

1. 靑酸 (Cyanic acid)

方法：分 A、B、C 三組，各取細碎田菁 20g.，加水 200cc.，A 組不加任何化學藥品，B 組加 H_2SO_4 1.5cc.，C 組加醋酸 3cc.，置電氣湯鑊上，温浸 2 小時後，濾過，各取其濾液少許，注入試驗管中，管口夾以 Quaic 紙，作下列之處理。

呈　色　試　驗

組別	浸出液處理法			反應	備註
	(1)	(2)	(3)		
A	加溫 60°C	加稀硫酸 加熱 100°C	加 Emulsin 加溫 40°C	—	放置兩天 Quaic紙
B	加溫 60°C	加熱 100°C	加 Emulsin 加溫 40°C	—	均不青變
C	加溫 60°C	加熱 100°C	加 Emulsin 加溫 40°C	—	

2. 植物鹽基 (Alkaloid)

方法：分 A.B.C.D 四組，各取細碎田菁 20g，加水 100cc.，A 組加濃硫酸 1cc.；B 組加醋酸 3cc.，C 組則不加藥品，D 組不用水，加 alkali 性酒精 100cc.，置電氣湯鑊中沸煮一小時後濾過，放遠心分離器分離取其清澄液，各採取少許注入試驗管中，加試藥1～2滴，其反應如下。

沈　澱　試　驗

組別	臭素水	苦味酸液	鹽化第二水銀液	單寧液	碘，碘化鉀液
A	黃白色	白色	白色	白色	紅褐色
B	—	〃	〃	〃	〃
C	黃白色	〃	〃	〃	〃
D	〃	〃	〃	〃	〃

呈　色　試　驗

組別	Erdmann 氏試藥	Fröhde 氏試藥	Mandelin 氏試藥
A	黃 → 赤	淡黃赤 → 赤褐	橙黃
B	〃	〃	〃
C	〃	〃	〃
D	—	〃	〃

3. 配糖體 (Glucoside)

方法：取細碎田菁 50g.，加酒精 200cc. 酒石酸 2g.，用逆流冷却器加熱 30 分，濾過，濾液在湯鑊上蒸發，除去酒精，將其殘渣溶於溫水，待冷却後濾過，取清澄液放分離漏斗中，加醚而振盪之，取其醚浸出層，再加醚而浸出之，前後之醚浸出液相加而蒸發之，將其殘渣復溶於水，再蒸發乾燥後，以石油醚浸出，蒸發後溶於酒精，取少許注試驗管中，加入試藥，其反應如下。

呈　色　試　驗

組別	試藥	反應
A	+α-Naphthol 溶液+Con.H_2SO_4	青色環
B	+Phenol 溶液+Con.H_2SO_4	褐色環
C	+Thymol 溶淡+Con.H_2SO_4	褐色環

還元試驗

組別	試藥	還元
A	Fehling 氏液＋供試液	—
B	Fehling 氏液＋供試液＋HCl	＋

4. 皀質物 (Saponine)

方法：取細碎田菁 25g. 加酒精 100cc.，在湯鑊中以 50°～60°C 約 2 小時間浸出，溫間濾過，濾液待冷却後，加 Ether 使之沈澱，傾瀉其 Ether 液，殘餘沈澱，再以 Ether 洗之，然後集沈澱於濾紙上，復以 Ether 洗後加溫水溶解，行下列之試驗。

組別	處理方法	反應結果
1	加以急激振盪	生特有之泡沫久而不消失
2	注入松節油中	乳化
3	水溶液蒸發	發出一種有刺戟性之苛辣味
4	注加濃硫酸	呈赤紫色
5	注加同量之 96％ 酒精及 H_2SO_4	呈黃→紫赤

5. 單寧 (Tannin)

方法：取細碎田菁 25g.，加 20 倍水，在 60°C 湯鑊中 2 小時浸出，濾過，取其清澄液，注入試驗管中，加入下列試藥，其反應如下：

組別	試藥	反應
1	1％Gelatine＋10％NaCl	白色沈澱
2	1％臭素水	赤褐色沈澱
3	1％鐵明礬	綠黑色沉澱
4	1％醋酸鉛	白色沉澱
5	1％鹽化第二鐵	黑色沉澱
6	加濃硫酸加熱	暗色→紫色

四、特殊成分之定量

1. 植物鹽基 (Alkaloid)

方法：取粉末田菁 25g.，加 2 ％酒石酸液 50cc. 混和之，蒸發乾涸後，先以 Ether 浸出，除去酸性中性之混在物，乾燥後以 Ammonia Alkali 性酒精抽出 48 小時，蒸發濃縮後，置於乾燥器中乾燥，求其恆量 (Ammonia Alkali 酒精製法：市販 Ammonia 水稍加熱，發生之 Ammonia Gas, 經煅製石灰，而導入酒精中)。

組別	Alkaloid
1	0.190÷25×100=0.76
2	0.178÷25×100=0.71
3	0.170÷25×100=0.68
4	0.190÷25×100=0.76
平均	0.73%

2. 配糖體 (Glucoside)

方法：取 90 %酒精 150cc. 注入 Kjeldahl 瓶中，置湯鑊上煮沸，加入 $CaCO_3$ 1.5g.，在沸騰中，陸續投入粉碎田菁 25g.，然後附以還流冷却器，20 分間繼續沸騰，酵素破壞之後，16 小時抽出濾過蒸發，將其殘渣溶解於水，加醋酸鉛液，除去夾什物，其濾液通以硫化氫除去過剩之鉛，復將濾液濃縮成粘稠狀，加醋酸醚附還流冷却器上加熱而浸出之，然後分離其醋酸醚，濃縮後置 10~15°C 下 24 小時使之析出，將析出之絮狀結晶性體濾過，乾燥而秤量之。

組別	Glucoside
1	0.073÷25×100÷0.29
2	0.075÷25×100÷0.30
3	0.078÷25×100÷0.31
4	0.075÷25×100÷0.30
平均	0.30%

3. 皂質物 (Saponine)

方法：取粉碎田菁 25g.，加水三次而溫浸之，蒸發其浸出液，成爲少量，加酒精而濾過之此際生成之沈澱，三回加稀酒精而熱浸之，此浸出液與最初之濾液相混，蒸發除去酒精，將其殘渣溶解於水，蒸發成少量後，加 Barium 飽和液，生成之 Saponin Baryta 化合物，集於重量既知之濾紙上，以 Baryta 飽和液洗之，至濾液不着色爲止，置 110°C 乾燥而秤量之，由此重量減去濾紙之量，即得 Saponin Baryta 量，更將該濾紙灰化之，將其殘留之炭酸鋇，換算爲水酸化鋇量，由 Saponin Baryta 之量中減去之，即得 Saponin 量。

組別	Saponin Baryta 化合物 (g)	$Ba(OH)_2$ (g)	Saponine
1	1.442	1.002	1.442−1.002=0.440÷25×100=1.76
2	1.437	1.000	1.437−1.000=0.437÷25×100=1.75
3	1.454	1.021	1.454−1.021=0.433÷25×100=1.73
4	1.460	1.015	1.460−1.015=0.445÷25×100=1.78
平均			1.75%

4. 單寧 (Tannin)

方法：取粉碎田菁 25g.，加 500cc. 水，30 分間煮沸濾過，殘渣再加水浸出，浸出液合成爲 1000cc.。採該浸出液 100cc. 注入瓷皿中，置湯鑊上蒸發乾涸，100°C 乾燥而秤量之，以之爲 G，後將其灰化，灰之重量爲 A，G−A=O，O乃可溶成分之總量。

另採該浸出液 200cc. 加入皮粉 10g.，放置一小時，而頻加振盪，後以紗布濾過，加以壓搾，其濾液復以 4g. 之皮粉加入，放置 24 小時後濾過之，取其濾液 100cc. 蒸發，100°C 乾燥而灰化之，如斯則得單寧以外之有機物總量 N（由皮粉浸出之有機物量應另行定量而減却之），O−N 即爲單寧之量（Schröder 氏重量定量法）。

組　別	O	N	O−N	Tannin
1	0.367	0.261	0.106	0.106×10÷25×100=4.24
2	0.402	0.299	0.103	0.103×10÷25×100=4.12
3	0.370	0.268	0.102	0.102×10÷25×100=4.08
4	0.412	0.305	0.107	0.107×10÷25×100=4.28
平　均				4.18%

註：O=田菁浸出液 100cc. 中之有機物量
N=田菁浸出液加入皮粉處理後之 100cc. 中有機物量
O−N=Tannin 量

五、田菁種實之處理（初步試驗）

田菁種實中，含有頗多特殊成分，味苦而澁，且有强烈生理作用，以之飼猪，則發生嘔吐，而不採食，玆依各特殊成分之性質，加以處理，蓋田菁中之特殊成分，如植物鹽基、配糖體、皂質物及單寧等其大部分皆有可溶解於水之性質也。

田菁種實處理表

組　別	處　理　法	結　果	備　註
1	水浸 24 小時，後除去浸出液加香料及食鹽蒸煮 30 分	味佳，但稍有苦味	混於配合飼料中，猪稍食後，即不採取
2	水浸 24 小時後除去浸出液加砂糖蒸煮 30 分	味甘	情形同上
3	加水煮沸 30 分，除去浸出液，再加水煮沸30分後水浸 24 小時	有微苦味	—
4	加水 60°C 溫浸 2 小時，除去浸出液，再加水溫浸 1 小時，除去浸出液再加水溫浸 1 小時，水浸 24 小時	有微苦味	—
5	加水煮沸一小時，去其浸出液復水浸 24 小時	有微苦味	—
6	加水煮沸 1 小時，去其浸出液復水浸 48, 72, 96, 120, 144 小時	苦味消失但味淡薄	—
7	水浸 72 小時，除去浸出液，加水蒸煮30分，去浸出液，復水浸 72 小時，但每 12 小時換水一次	在 20°C 溫度之下處理，起乳酸，醱酵生出一種芳香之酸味	混於配合飼料中，猪肯採食但尙不多

註：猪之習性對鹼性物特別敏感，且嫌惡苦辣味，對酸味物，則頗歡迎。

六、處理後之田菁種實

特殊成分之分析

一、處理後田菁種實之組成分

種類	乾物	蛋白質	脂肪	纖維	無氮浸出物	灰分
	%	%	%	%	%	%
田菁	21.85	7.56	1.10	4.50	8.09	0.60

二、特殊成分之檢出

1. 青酸 (Cyanic acid)

方法：照前

呈色試驗

組別	浸出液處理法			反應	備註
	(1)	(2)	(3)		
A	加溫 60°C	加稀硫酸加熱 100°C	加 Emulsin 加溫 40°C	—	放置兩天
B	加溫 60°C	加熱 100°C	加 Emulsin 加溫 40°C	—	Quaic 紙均不青變
C	加溫 60°C	加熱 100°C	加 Emulsin 加溫 40°C	—	

2. 植物鹽基 (Alkaloid)

方法：照前

沈澱試驗

組別	Bromine	Picric acid	Mercuric Chloride	Tannin	Iodine + Potassium Iodide
A	黃白色	黃色	白色	白色	紅褐色
B	—	〃	〃	〃	〃
C	黃白色	〃	〃	〃	〃

3. 配糖體 (Glucoside)

方法：照前

呈色試驗

組別	試藥	反應
A	供試液＋α-Naphthol溶液＋Con.H_2SO_4	青色環
B	供試液＋Phenol溶液＋Con.H_2SO_4	褐色環
C	供試液＋Thymol溶液＋Con.H_2SO_4	褐色環

4. **皂質物 (Saponine)**

方法：照前

組　　別	處　理　方　法	反　應　結　果
1	加以急激振盪	不生特有之泡沫
2	注入松節油中	不發生乳化作用
3	水溶液蒸發	得一種殘渣，但無刺戟性之特殊味
4	注加 Con.H_2SO_4	呈微褐色
5	注加同量之 96 %酸精及 H_2SO_4	呈微褐色

5. **單寧 (Tannin)**

方法：照前

組　　別	試　　藥	反　　應
1	1%Gelatine+10%NaCl	白色沉澱
2	1%臭素水	赤褐色沉澱
3	1%鐵明礬	帶綠黑色沉澱
4	1%醋酸鉛	白色沉澱
5	1%鹽化第二鐵	微黑色沉澱
6	加 Con.H_2SO_4 加熱	暗色→紫色

三、特殊成分之定量

1. **植物鹽基 (Alkaloid)**

方法：照前（供試料採取 50g.）

組　　別	Alkaloid
1	0.034÷50×100=0.07
2	0.034÷50×100=0.07
3	0.035÷50×100=0.07
4	0.033÷50×100=0.07
平　　均	0.07%

2. **配糖體 (Glucoside)**

配法：前照（供試料採取 100g.）

組　　別	Glycoside
1	0.040÷100×100=0.04
2	0.030÷100×100=0.03
3	0.033÷100×100=0.03
4	0.035÷100×100=0.04
平　　均	0.04%

3. 單寧 (Tannin)

方法：照前 (供試料採取 100g.)

組　別	O	N	O—N	Tannin
1	0.047	0.028	0.019	0.019×10÷100×100=0.19
2	0.049	0.031	0.018	0.018×10÷100×100=0.18
3	0.048	0.028	0.020	0.020×10÷100×100=0.20
4	0.045	0.025	0.020	0.020×10÷100×100=0.20
平　均				0.19%

田菁種實未處理與處理後之成分比較

種　類	處　理	乾　物	蛋白質	脂　肪	纖　維	無氮浸出物	灰　分
		%	%	%	%	%	%
田　菁	無	92.15	32.56	2.89	13.58	38.95	4.17
同上乾物以100計算	〃	100.00	35.33	3.14	14.74	42.27	4.52
田　菁	有	21.85	7.56	1.10	4.50	8.09	0.60
同上乾物以100計算	〃	100.00	34.60	5.03	20.59	37.02	2.76

田菁種實處理后成分之變化

種　類	乾　物	蛋白質	脂　肪	纖　維	無氮浸出物	灰　分	備　註
	%	%	%	%	%	%	
處理後田菁	100.00	－0.73	＋1.89	＋5.85	－5.25	－1.76	對未處理田菁比較數值

七、討　　論

一、本文動機在於探究田菁種實中所含特殊成分之種類，並加定量分析，以便設法除去，使家畜樂於採食，爲其主目的，至於處理后田菁種實中所含之特殊成分再行定性定量分析，乃屬其次目的，何以言之，蓋本文研究之焦點，固不在於田菁之處理法也（處理法，今後繼續研究，當另文報告）。

二、田菁種實中所含之特殊成分，經本試驗分析，計有下列4種，即：

(1) 植物鹽基　(2) 配糖體　(3) 皂質物　(4) 單寧

三、玆將各特殊成分主要生理作用摘錄如下：

(1) 植物鹽基 (Alkaloid) 味苦，有麻痺或興奮及嘔吐等生理作用。

(2) 配糖體 (Glucoside) 味苦，有利尿强心下劑等生理作用。

(3) 皂質物 (Saponin) 味苦，有破壞赤血球刺戟粘膜及催吐作用。

（林產管理局前曾來文查詢，謂該局附近農民以田菁喂牛時，牛則唾流泡沫物甚多，此乃田菁中含有特殊成分之皂質物故也）

(4) 單寧 (Tannin) 味澁，富收歛性，有妨害消化機能作用。

（青酸，猛毒，有痲痺呼吸中樞作用）

四、關於田菁處理法，處理表中所舉之第 7 例，經如是處理后，家畜稍肯採食，似頗合理，故姑提出分析，以爲今后處理上之參考，並非認爲此種處理，即算完善，不過經如是水浸后，其中特殊成分，大部分溶解除去，且普通成分，損失亦少，操作簡便，費用又省，頗値得考慮。

五、處理法以除去特殊成分爲目的，然應顧及經濟問題，過於煩雜及過於耗費或使其中普通成分（如蛋白質、炭水化物等）損失過巨，皆不合經濟原則，失其利用價値，譬如海水可以煉金，然所提出之金，較諸市價高出數倍，乃至數十倍，視之爲實驗室之試驗則可，以之作實際上之應用則無價値。

六、田菁種實中除蛋白質外，其中所含之單寧，亦可利用，故處理法將來應隨利用程度而定，今特殊成分之種類既已明瞭，目下應先設法除去苦澁之味，使家畜肯採食，然后方能作有計劃之試驗，而決定其是否可以代替大豆粕，或能代用至何程度，否則一切皆成空論。

七、田菁種實，經按處理表第 7 例處理后，全乾物上雖有所變動，若就重量言，其中所含之特殊成分爲量甚微，此微量之特殊成分，對家畜亦無害，反有刺戟作用，據岩田久敬博士之研究，黃色羽扁豆 (Lupine) 中，植物鹽基 (Alkaloid) 約含 1 %，經長期水浸除去之后，其含量達 0.09 %時，消化率反見增高。

八、摘　　要

（一）田菁種實之組成

種　類	乾　物	蛋白質	脂　肪	纖　維	無氮浸出物	灰　分
	%	%	%	%		
田菁（未處理）	92.15	32.56	2.89	13.58	38.95	4.17
同上乾物以 100 計算	100.00	35.33	3.14	14.74	42.27	4.52
處理後田菁	21.85	7.56	1.10	4.50	8.09	0.60
同上乾物以 100 計算	100.00	34.60	5.03	20.59	37.02	2.76

註：處理後，因吸水而膨脹，故同一重量，而全乾物量則形減少。

（二）田菁種實中之特殊成分

定　性　分　析

種　類	Cyanic acid 青酸	Alkaloid 植物鹽基	Glucoside 配糖體	Saponin 皂質物	Tannin 單寧
田菁（未處理）	－	＋	＋	＋	＋
處理後田菁	－	＋	＋	－	＋

種 類	Alkaloid 植物鹽基	Glucoside 配糖體	Saponin 皂質物	Tannin 單寧
田菁（未處理）	% 0.73	% 0.30	% 1.75	% 4.18
處理後田菁	0.07	0.04	—	0.19

（三）田菁種實處理法

在試驗 7 例中，以水浸三晝夜，蒸煮半小時，再水浸三晝夜者成績佳良，家畜稍肯採食（在浸水中，每日早晚換水兩次），經如是處理后，苦澁物質大部分溶解除去，尤其在氣溫 20°C 以內處理之下，起乳酸醱酵，生出一種芳香清爽之酸味。

（四）處理后田菁種實中普通成分之變化

蛋白質	脂肪	纖維	無氮浸出物	灰分
%	%	%	%	%
− 0.73	+ 1.89	+ 5.35	− 5.25	− 1.76

九、參 考 文 獻

宮道悅男 （昭和 18） 植物成分研究法

鈴木文助 小幡彌太郎 （昭和 17） 生物化學

柿內三郎 （昭和 17） 生化學提要

鈴木梅太郎 （昭和 17） 植物生理化學

山崎金五郎 （昭和 18） 植物單寧材料及其化學

東京大學 （昭和 25） 農藝化學分析書

Armstrong (1931) The Glycosides

Mathews (1936) Principle of Biochemistry

Gortner (1938) Outlines of Biochemistry

Bodansky (1934) Introduction of Physiological Chemistry

Winton (1947) The Analysis of Foods

A STUDY ON SESBANIA SESBAN MERR.

(No. I)

Seed as Protein Supplement for Livestock

By

M. P. Chen

Summary

Sesbania Sesban is a kind of green manure. The percentage of protein in its seed is considerably high. Since the seed is bitter and acrid and it will cause the cattle to vomit after eating, it is not suitable for cattle feed.

The object of this experinent is to research the quality and quantity of the special component contained in the seed. The experiment comprises three steps: 1) to analyse the special component, 2) to determine the digestion coefficient, and 3) to search for the important Amino-acid in the seed as compared with that in the soybean. It is only a biochemistry study and does not touch upon feeding problems.

If the seed can be used as fodder, not only the problem of proteinfeed in present Taiwan will become less serious, but also the breeding, of cattle will be promoted.

The results are as follows:

1. The composition of Sesban seed.

Kind	Dry matter	Protein	Fat	Fibre	N-free extract	Ash
	%	%	%	%	%	%
Sesban seed (Non process)	92.15	32.56	2.89	13.58	38.95	4.17
Dry matter Calculated as 100 %	100.00	35.33	3.14	14.74	42.27	4 52
Sesban seed (After process)	21.85	7.56	1.10	4.50	8.09	0.60
Dry matter Calculated as 100 %	100.00	34.60	5.03	20.59	37.02	2.76

2. The special component of Sesban seed.

(a) Qualitative analysis

Kind	Cyanic acid	Alkaloid	Glucoside	Saponin	Tannin
Sesban seed (Non process)	−	+	+	+	+
Sesban seed (After process)	−	+	+	−	+

(b) Quantitative analysis

Kind	Alkaloid	Glucoside	Saponin	Tannin
	%	%	%	%
Sesban seed (Non process)	0.73	0.30	1.75	4.18
Sesban seed (After process)	0.07	0.04	—	0.19

3. The process of Sesban seed.

Among the 7 experimental examples, the best result is obtained with the following method: firstly soak the seed in water for 72 hrs., then cook it for 30 mins., and again soak, in water for 72 hrs.. (During soaking, change the fresh water twice a day). With this process, the bitter and acrid component in the seed will be largely disolved out, and cattle will like to feed on it.

4. The change of Sesban seed composition after process.

Protein	Fat	Fibre	N-free extract	Ash
%	%	%	%	%
− 0.73	+ 1.89	+ 5.85	− 5.25	− 1.76